Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.4, Winter 2022, P. 507-520
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص. ۵۲۰-۵۰۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

مقاله پژوهشی

بررسی ارزش غذایی و کیفیت ظاهری میوه ده رقم پرتقال (*Citrus sinensis*) روی پایه نارنج (*Citrus aurantium*)

اعظم سیدی[1*]- زینب فیروزبخت[2]- مریم احمدزاده[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۵

چکیده

میوه پرتقال به دلیل ارزش غذایی بالا به حفظ سلامت انسان و تامین امنیت غذایی آن کمک می‌کند و همچنین به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی فیتوشیمیایی و آنتی‌باکتریال، کاربرد فراوانی در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی و بهداشتی دارد. این تحقیق به منظور تعیین کیفیت ظاهری و ارزش غذایی میوه ده رقم پرتقال (تامسون ناول، تاراکو، مارس ارلی، فراست ناول، محلی، ایتالیایی، خرم آبادی، هاملین، موربلد و والنسیا مراکشی) پیوند شده روی پایه نارنج در شرایط آب و هوایی جیرفت و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد. ارقام تامسون ناول، فراست ناول و ایتالیایی دارای بالاترین کیفیت تازه‌خوری از نظر ویژگی‌های ظاهری (وزن، حجم، طول، تعداد بذر و شاخص شکل میوه) در بین ده رقم مورد ارزیابی داشتند. همه ارقام مورد بررسی در مرحله بلوغ فیزیولوژیکی قرار داشتند و به دلیل شاخص تکنولوژی بالا جهت آبگیری مناسب بودند. مقدار ویتامین ث بین ۵۷ تا ۱۰۹ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر آبمیوه و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بین ۶۵ تا ۹۴ درصد متغیر بود. ارقام موربلد، والنسیا مراکشی، فراست ناول و مارس ارلی به دلیل ویتامین ث بیشتر و ارقام هاملین، محلی، تاراکو و فراست ناول به دلیل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر از ارزش غذایی بیشتری برخوردار بودند. رقم خرم‌آبادی رنگیزه‌های کاروتنوئیدی بالاتری در آبمیوه و پوست داشت. بنابراین بیشتر ارقام مورد بررسی از ارزش تازه خوری و ارزش تغذیه‌ای بالایی برخوردار بودند اما در بین آنها رقم فراست ناول با توجه به اینکه از نظر مقدار ویتامین ث، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، شاخص تکنولوژی و ویژگی‌های ظاهری در گروه‌های آماری بالاتر و از نظر تعداد بذر در گروه آماری پایین‌تر قرار داشت به عنوان بهترین رقم انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته قابل تیتراسیون، شاخص فیزیولوژیکی، کاروتنوئید، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ویتامین ث

مقدمه

مرکبات دومین صنعت بزرگ میوه در تجارت جهانی محسوب می‌شوند و تولید آنها در دنیا از جنبه‌های اقتصادی، اشتغال‌زایی و دارویی اهمیت بسزایی دارد (۳ و ۹) و به دلیل ارزش آنتی‌اکسیدانی (اسید اسکوربیک یا ویتامین ث) بالای میوه، تولید و پرورش آنها گسترش روزافزونی دارد (۳۹) بر طبق آمار وزارت کشاورزی ایالات متحده پیش‌بینی می‌شود تولید جهانی پرتقال طی سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۱۹ به دلیل شرایط نامساعد جوی ۵/۸ میلیون تن نسبت به سال قبل کاهش یافته و به ۴۷/۵ میلیون تن برسد (۴۴). همچنین بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۶ پرتقال ۱۳/۷ درصد از میوه‌های نیمه‌گرمسیری کشور و بیش از ۵۰ درصد تولید مرکبات را تشکیل می‌دهد و با تولید سالانه ۲/۹ میلیون تن، بیشترین میزان تولید را در بین مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری به خود اختصاص داده است. کیفیت میوه مرکبات نه تنها به ظاهر میوه از نظر اندازه، شکل، رنگ و عاری بودن از بیماری و هر گونه آسیب سطحی دارد بلکه به مزه، غنی بودن از مواد غذایی، ویتامین‌ها، بدون بذر بودن و عطر میوه نیز بستگی دارد (۲۴). خواص فیزیکی محصولات کشاورزی پارامترهای مهمی در طراحی سیستم‌های درجه‌بندی و فراوری می‌باشند. از میان خواص فیزیکی محصولات کشاورزی وزن، حجم از اهمیت بالایی در سیستم‌های درجه‌بندی برخوردار هستند (۹). یکی دیگر از ویژگی‌های کیفی میوه مرکبات جهت تازه‌خوری بی‌بذر بودن میوه می‌باشد. مرکبات براساس تعداد بذر به ارقام بی‌بذر که دارای

۱ و ۲- به‌ترتیب استادیار و دانش‌آموخته مهندسی باغبانی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: A.seiedi@ujiroft.ac.ir)
۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران

DOI: 10.22067/JHS.2021.61874.0

(صفر-۹)، متوسط بذر (۱۵-۹) و پر بذر (۱۵ <) تقسیم‌بندی می‌شوند (۱۹). در کشورهایی مانند برزیل و آمریکا که ۲۳ درصد میوه پرتقال تولیدی را در صنایع آبگیری استفاده می‌نمایند و ارقام والنسیا و هاملین را بهترین ارقام در صنایع تبدیلی معرفی کرده‌اند (۲۷). ویژگی چنین میوه‌هایی عبارت است از: پر آبی، مواد جامد محلول کافی، نداشتن طعم تلخ پس از فرآیند، شرایط فیزیکی مناسب نظیر گرد بودن، ضخامت کم پوست میوه و بعلاوه پر باری و بارآوری هر ساله درخت می‌باشد (۲۰ و ۲۷). رسیدن میوه مرکبات با افزایش تدریجی کل مواد جامد محلول و کاهش اسید کل همراه است (۲۸). میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در مرکبات شاخص درجه دو برای تعیین رسیدگی به شمار می‌آید (۳۰). شاخص طعم یا شاخص بلوغ فیزیولوژیکی پارامتر مهمی است که برای تعیین مزه و زمان بلوغ فیزیولوژیکی میوه استفاده می‌شود. براساس آزمون‌های حسی، این شاخص از نسبت کل مواد جامد محلول (TSS[1]) یا درصد بریکس به درصد اسیدیته قابل تیتراسیون (TA[2]) به دست می‌آید (۴۵). حداقل این نسبت در پرتقال‌های ناول ۸:۱ و در پرتقال‌های غیرناول ۷:۱ گزارش شده است (۱۴ و ۳۲). مقدار شاخص طعم با توجه به شرایط آب و هوایی، در هنگام رسیدن میوه تعیین خواهد شد (۱۳) که افزایش مقدار TSS باعث طعم بهتر میوه در زمان مصرف می‌شود. شاخص تکنولوژی (TI[3]) نیز شاخص مهمی در صنعت مرکبات محسوب می‌شود که مقادیر بالاتر آن به معنی بهتر بودن کیفیت آب‌میوه تولیدی و مناسب بودن آن رقم برای صنایع تبدیلی است. کیفیت میوه مرکبات به برخی از ویژگی‌های فیزیکی مانند اندازه، شکل، رنگ، بافت، تعداد بذر، پوست‌گیری آسان و ترکیبات شیمیایی با ارزش غذایی بالا وابسته است (۲۳). همچنین مرکبات منبع مهمی از ترکیبات با خاصیت آنتی‌اکسیدانی مثل ویتامین ث (آسکوربیک اسید)، فلاونوئیدها و ترکیبات فنلی هستند که برای تغذیه انسان اهمیت دارند (۱۱). در بین مرکبات پرتقال نسبت به گریپ فروت و لیمو دارای ویتامین ث بیشتری است (۱۲). میوه پرتقال غنی از مواد معدنی مانند پتاسیم، منگنز، فسفر، آهن و مس است، بنابراین برای رفع کمبود هموگلوبین و تولید هموگلوبین توصیه می‌شود (۸). همچنین آب‌میوه پرتقال به دلیل رنگ جذاب و عطر و طعم دلپذیرش پرطرفدار است (۴۳). میزان ویتامین ث میوه پرتقال به عوامل متعددی مانند رقم، املاح خاک مرحله رسیدگی و شرایط آب و هوایی وابسته است (۶). پایه نیز بر کیفیت و ترکیب شیمیایی میوه مرکبات تاثیر دارد (۳۵). پایه‌های مرکبات بسیاری از خصوصیات خارجی و داخلی میوه مانند اندازه، شکل، ضخامت پوست، محتوای آب، کل مواد جامد محلول و ترکیبات عناصر گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. تلاش‌های زیادی برای ارزیابی پایه‌های مرکبات در مناطق مختلف و سازگاری با شرایط محیطی انجام شده است. پایه نارنج با برتری خود از نظر عملکرد آب میوه (۴) مقاومت بیشتر در برابر نماتد (۵)، ویژگی‌های مورفولوژی و بیوشیمیایی میوه (۲) نسبت به پایه‌های دیگر به عنوان یکی از پایه‌های برتر مرکبات شناخته می‌شود و در منطقه جنوب کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد. اسیدآسکوربیک (ویتامین ث) یک شاخص اصلی برای تعریف تجاری میوه‌ها و سبزیجات می‌باشد (۴۰). کاروتنوئیدها تعیین کننده رنگ پوست و بافت گوشت میوه در مرکبات بوده که میزان تجمع این رنگیزه‌ها وابسته به ژنتیک و عوامل محیطی در زمان رسیدن میوه است (۱۳). پوست میوه پرتقال دارای خاصیت ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی (۴۶) بوده و همچنین به دلیل خواص با ارزش فیتوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی در صنایع غذایی مصارف زیادی از آن می‌شود (۳۱). هدف از این تحقیق تعیین ویژگی‌های کیفی و ارزش غذایی میوه ده رقم پرتقال پیوند شده روی پایه نارنج در شرایط آب و هوایی منطقه جیرفت، جهت تازه‌خوری و فرآوری و همچنین تعیین توانمندی‌های آبمیوه و پوست میوه هر رقم از نظر مقدار مواد آنتی‌اکسیدان و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی جهت معرفی ویژگی‌های این ارقام به پژوهشگران صنایع غذایی و دارویی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر، در اواسط آذر ماه سال ۱۳۹۷ در منطقه جیرفت با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی و با ارتفاع ۶۲۵/۶ متر از سطح دریا انجام شد. به این منظور میوه‌های ده رقم پرتقال پیوندی (تامسون ناول، تاراکو، مارس ارلی، فراست ناول، محلی، ایتالیایی، خرم آبادی، هاملین، موربلد و والنسیا مراکشی) ۱۲ ساله روی پایه نارنج که به فاصله ۶ × ۶ کشت شده بودند از کلکسیون مرکز تحقیقات کشاورزی شهید مقبلی جیرفت و کهنوج برداشت و بلافاصله به آزمایشگاه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه جیرفت منتقل و از نظر برخی از ویژگی‌های کیفی ظاهری و بیوشیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

ارزیابی ویژگی‌های ظاهری میوه: وزن میوه بەوسیله ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۱) تعیین شد. حجم میوه به طریق جابجایی آب به دست آمد. از دستگاه کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر برای اندازه‌گیری ضخامت پوست، طول و قطر میوه استفاده گردید. فاصله گلگاه تا دم میوه به عنوان طول (L) میوه و بزرگترین قسمت در بخش استوای میوه به عنوان قطر (D) و برحسب میلی‌متر ثبت گردید. از آنجایی که میوه‌های کشیده پرتقال بازارپسندی بیشتری نسبت به انواع پخ دارند بنابراین نسبت طول به قطر (L/D) برای ارزیابی شاخص شکل میوه در نظر گرفته شد. جهت اندازه‌گیری ضخامت

1- Total soluble solids
2- Titratable acidity
3- Technology index

پوست میوه، ابتدا یک برش از قسمت میانی میوه جدا شد و ضخامت آن با استفاده از دستگاه کولیس دیجیتال بر حسب میلی‌متر، ثبت شد. جهت ارزیابی درصد آبمیوه، با استفاده از دستگاه آبمیوه‌گیری مرکبات آب میوه استخراج و وزن آن ثبت گردید سپس درصد آبمیوه با محاسبه نسبت وزن آبمیوه به وزن میوه به صورت درصد بیان گردید. برای شمارش بذرها، میوه‌ها توسط چاقو با یک برش عرضی در قطر به دو نیم تقسیم و پس از آبگیری مجموع تعداد بذرهای پوک و سالم شمارش شدند.

ارزیابی ویژگی‌های کیفی آبمیوه: برای اندازه‌گیری کل مواد جامد محلول از دستگاه انکسار سنج[1] دستی و برای اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون از روش تیتراسیون با هیدورکسید سدیم استفاده شد (۱۶). شاخص طعم یا شاخص بلوغ فیزیولوژیکی میوه از نسبت TSS/TA به دست آمد (۴۵). شاخص تکنولوژی از حاصل‌ضرب درصد مواد جامد محلول در درصد آب‌میوه محاسبه شد (۱۷). برای اندازه‌گیری ویتامین ث از روش یدومتری استفاده شد (۳۸). در این روش آب‌میوه با نسبت ۱:۲ با آب مقطر رقیق گردید (۱۰ میلی‌لیتر آب‌میوه با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر) و سپس ۲/۵ میلی‌لیتر نشاسته به عنوان معرف به آب میوه رقیق شده اضافه گردید و محلول حاصل با محلول ید در یدور پتاسیم (۰/۰۱ نرمال) تا ظهور رنگ خاکستری تیتر گردید. حجم ید در یدور پتاسیم مصرفی را در فرمول زیر قرار داده و مقدار ویتامین ث (Vit C) به‌صورت میلی‌گرم آسکوربیک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر آبمیوه محاسبه گردید.

$$Vit\ C = (0.88\times V\ titr / V\ jiuce) \times 100$$

که در این فرمول عدد ثابت ۰/۸۸ به این معنی است که هر میلی‌لیتر ید (۰/۰۱ نرمال)، ۰/۸۸ میلی‌گرم ویتامین ث را خنثی می‌کند. V titr : حجم ید در یدور پتاسیم مصرفی و V jiuce: حجم آب میوه مصرف شده می‌باشد.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی آبمیوه بر اساس روش DPPH تعیین شد (۳۸). برای انجام این آزمون به ۰/۱ گرم از نمونه‌ی هموژن شده‌ی آب‌میوه، دو میلی‌لیتر محلول آب و متانول (۱:۱) افزوده شد. مخلوط حاصل به مدت۲۰ دقیقه، در ۴۰۰۰ دور در دقیقه، سانتریفوژ و فاز فوقانی جدا شد. سپس به۵۰ میکرولیتر از فاز فوقانی، ۱۹۵۰ میکرولیتر DPPH متانولی (۰/۰۳ گرم در لیتر) اضافه شد. طیف جذبی محلول با اسپکتروفتومتر (UV/VIS, T80+) در طول موج ۵۱۵ اندازه‌گیری شد. درصد بازدارندگی رادیکال‌های آزاد[2] (IC)، با قرار دادن عدد جذب در فرمول مقابل به دست آمد.

$$IC\% = (Ao - As) / Ao \times 100$$

که در این فرمول Ao عدد جذب $DPPH^{\bullet}$ و As عدد جذب نمونه بود.

مقدار رنگدانه‌های کاروتنوئیدی و کلروفیلی آبمیوه و پوست میوه با استفاده از روش رنگ سنجی لیچتنتلر محاسبه گردید (۳۳). به این ترتیب که به ۰/۵ گرم آب‌میوه هموژن شده، یک میلی‌لیتر استون۸۰ درصد افزوده شد. پس از ۱۵ دقیقه، نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۴۰۰۰ تا ۷۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس محلول رویی را به آرامی جداکرده و این عمل ۳ بار تکرار شد. مجموع محلول‌های رویی جدا شده در هر مرحله را در ظرف مشترک ریخته و بلافاصله با دستگاه اسپکتروفتومتر (یو وی/ویز، پرکین المر[3]) در طول موج‌های۴۷۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر قرائت شدند. با قرار دادن اعداد قرائت شده در طول موج‌های فوق در فرمول‌های زیر مقدار کلروفیل a (Chla)، کلروفیل b (Chlb)، کلروفیل کل و کاروتنوئید کل محاسبه شد.

$$Chla\ (mg/g\ fw) = 12.25\ A_{663} - 2.79\ A_{645}$$

$$Chlb\ (mg/g\ fw) = 21.5\ A_{645} - 5.1\ A_{663}$$

کلروفیل کل = Chla + Chlb

کاروتنوئید کل= $(1000\ A_{470} - 1.8\ Chla - 85.02\ Chlb)/198$

تجزیه آماری داده‌ها

آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. تجزیه آماری داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل[4] انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جداول ۱، ۴ و ۶) نشان داد که اثر رقم بر تمامی ویژگی‌های ظاهری و بیوشیمیایی مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد.

بررسی کیفیت ظاهری میوه: در این آزمایش وزن میوه همبستگی مثبت (۰/۹۸۴) و معنی‌داری با حجم میوه در سطح احتمال یک درصد داشت. مطابق نتایج ارائه شده در جدول ۲، وزن میوه بین ۹۳/۶۲ تا ۲۲۵/۵۸ گرم متغیر بود. از نظر وزن، حجم و طول ارقام ایتالیایی، تامسون ناول، تاراکو، فراست ناول، خرم آبادی و موربلد در گروه آماری بالاتری نسبت به رقم‌های محلی، مارس ارلی، والنسیا و هاملین قرار گرفتند. رقم هاملین کوچکترین میوه را (از نظر وزن، حجم، طول و قطر) در بین ارقام مورد بررسی داشت. بیشترین تفاوت وزن و حجم بین رقم‌های ایتالیایی و هاملین مشاهده که رقم ایتالیایی

1- Refractometer
2- Inhibitory concentration
3- UV/VIS, Perkin Elmer
4- Excel

به ترتیب ۶۱، ۶۱ و ۳۵ درصد وزن، حجم و طول بیشتری نسبت به رقم هاملین داشت. همچنین طول میوه پرتقال همبستگی مثبت معنی‌داری با وزن میوه و حجم میوه به‌ترتیب با ضرایب همبستگی ۰/۹۵۵ و ۰/۹۲۸ داشت. قطر میوه بین ۵۵/۰۲ تا ۷۷/۰۲ میلی‌متر متغیر بود و پرتقال تاراکو و هاملین به ترتیب بیشترین و کمترین قطر را در ارقام مورد بررسی داشتند. بالاترین شاخص شکل میوه متعلق به رقم تامسون ناول بود که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با سایر ارقام به جز ارقام مارس ارلی، محلی و خرم‌آبادی و هاملین نداشت (جدول ۲). میانگین ضخامت پوست ده رقم مورد مطالعه از ۵ تا ۷/۸۴ میلی‌متر متغیر بود. رقم تاراکو ضخیم‌ترین پوست را در بین ارقام مورد بررسی داشت که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با ضخامت پوست ارقام تامسون ناول، مارس ارلی، خرم‌آبادی و موربلد نداشت. بنابراین ارقام ذکر شده در برابر حمل و نقل از خاصیت ضربه‌پذیری بالاتری برخوردار خواهند بود. نازک‌ترین ضخامت پوست میوه در رقم والنسیا مراکشی مشاهده شد که تنها با ارقام تاراکو و موربلد تفاوت آماری معنی‌داری داشت. همچنین نتایج نشان داد، درصد آبمیوه بین ۱۶ تا ۲۹ درصد متغیر بود به جز رقم تاراکو که ۱۶ درصد آبمیوه داشت سایر ارقام تفاوت معنی‌داری از نظر درصد آبمیوه نداشتند. پورمیر و همکاران گزارش کردند بین ضخامت پوست و میزان آبدهی میوه مرکبات ارتباط معکوسی وجود دارد (پورمیر) همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود ارقامی که از لحاظ ضخامت پوست در گروه آماری پایین‌تر قرار گرفته‌اند از نظر درصد آبمیوه در گروه آماری بالاتر قرار گرفته‌اند بنابراین به نظر می‌رسد که با کاهش ضخامت پوست درصد آب‌میوه افزایش یافته است هر چند که ضخامت پوست و درصد آبمیوه در این آزمایش ارتباط معکوسی (۰/۲۶۱-) داشتند اما همبستگی آنها معنی‌دار نبود. بیشترین تعداد بذر متعلق به رقم محلی (۲۲ عدد) و بعد از آن رقم مارس ارلی (۱۷ عدد) بود که آنها را در گروه ارقام پربذر قرار خواهد داد و کمترین تعداد بذر در رقم تامسون ناول (یک عدد) وجود داشت که آن را گروه مرکبات بدون بذر قرار خواهد داد. یکی از مشکلاتی که کیفیت تازه‌خوری میوه پرتقال محلی را کاهش می‌دهد وجود بذر زیاد می‌باشد (۱۹). درمجموع هرچند که رقم تامسون ناول از نظر بسیاری از ویژگی‌های ظاهری مورد ارزیابی (وزن، حجم، طول، قطر) نسبت به ارقام تاراکو، فراست ناول، ایتالیایی، خرم آبادی و موربلد تفاوت آماری معنی‌داری نداشت اما از نظر درصد آبمیوه بر رقم تاراکو، از نظر شاخص شکل بر رقم خرم‌آبادی و از نظر تعداد بذر نیز بر رقم خرم آبادی و موربلد برتری معنی‌داری نشان داد. بنابراین ارقام تامسون ناول، فراست ناول و ایتالیایی دارای بالاترین کیفیت تازه‌خوری از نظر ویژگی‌های ظاهری در بین ده رقم مورد ارزیابی بودند.

بررسی ویژگی‌های بیوشیمیایی آبمیوه

نتایج آماری نشان داد (جدول ۴) که میزان TSS در ارقام مختلف بین ۱۰/۰۶ تا ۱۴/۱۶ درجه بریکس متغیر بود و ارقام ایتالیایی و والنسیا مراکشی در گروه آماری پائین‌تری نسبت به سایر ارقام از نظر مقدار TSS قرار داشتند. بیشترین مقدار TSS متعلق به پرتقال فراست ناول بود که ۲۹ درصد TSS بیشتری نسبت به رقم ایتالیایی داشت. میزان TA از ۰/۳۹ درصد در رقم هاملین تا ۱/۰۴ درصد در رقم والنسیا مراکشی متغییر بود. نسبت TSS/TA که بیان کننده شاخص بلوغ فیزیولوژیکی یا شاخص طعم میوه می‌باشد همواره مورد توجه پژوهشگران در ارزیابی کیفی قرار می‌گیرد. هر چه میزان اسیدیته قابل تیتراسیون کمتر و مواد جامد محلول کل بیشتر باشد این شاخص بالاتر خواهد بود و میوه کیفیت بهتری از نظر طعم خواهد داشت.

جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر رقم و بلوک بر برخی از ویژگی‌های ظاهری میوه پرتقال پیوند شده روی پایه نارنج

Table 1- ANOVA for the effect of cultivars and block on some morphological properties of orange fruit grafted on Sour orange rootstock

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی DF	وزن Weight	حجم Volume	طول Length	قطر Diameter	شاخص شکل Shape Index	ضخامت پوست Peel thickness	درصد آبمیوه Fruit juice	تعداد بذر Seed number
رقم Cultivar	9	7803.81**	9739.06**	329.49**	164.25**	0.01**	2.38**	55.025**	152.01**
بلوک Block	2	411.64^{ns}	605.68^{ns}	29.85^{ns}	14.66^{ns}	0.003^{ns}	0.62^{ns}	8.77^{ns}	1.60^{ns}
خطای آزمایشی Error	18	607.07	535.19	22.71	16.39	0.002	0.56	4.31	1.765
ضریب تغییرات C.V (%)	–	14.29	13.34	6.54	5.84	4.53	11.88	17.54	18.326

**: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و ns: عدم معنی‌داری

** and ^{ns} : significant at 1% of probability level and non-significant,respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی از ویژگی‌های ظاهری میوه ارقام مختلف پرتقال پیوند شده روی پایه نارنج

Table 2- Average comparison of some pomological properties of different 10 orange cultivars grafted on Sour orange rootstock

ارقام Cultivars	وزن Weight (g)	حجم Volume (cm^3)	طول Length (mm)	قطر Diameter (mm)	شاخص شکل Shape Index (L/D)	ضخامت پوست Peel thickness (mm)	درصد آبمیوه Fruit juice (%)	تعداد بذر seed number
تامسون ناول Thomson Navel	223.43a	230.00a	86.10a	74.38a	1.15a	6.86abc	28.01a	1.00f
تاراکو Tarocco	213.76a	222.67a	80.35ab	77.02a	1.04abc	7.84a	16.18b	3.00def
مارس ارلی Mars Early	124.24b	115.00b	63.93cde	63.42cd	1.00bc	6.21abc	21.70ab	17.33ab
فراست ناول Frost Novel	188.85a	198.33a	75.83abc	71.52abc	1.06abc	5.82bcd	29.08a	2.33ef
محلی Local	108.43b	106.67b	59.05de	60.40d	0.97c	5.87bcd	28.82a	22.33a
ایتالیایی Italian	225.58a	223.33a	83.06a	76.44a	1.08abc	5.84bcd	22.91ab	3.00bc
خرم‌آبادی Khoram Abadian	203.72a	216.00a	73.98abc	75.88a	0.97c	6.38abc	22.99ab	3.67def
هاملین Hamlin	93.62b	90.00b	56.36e	56.96d	0.99bc	5.59cd	21.79ab	4.67de
موربلد Morbeld	207.83a	210.00a	81.51a	73.04ab	1.11ab	7.62ab	25.53ab	9.33c
والنسیا مراکشی Moro Valencia	134.73b	121.67b	68.69bcd	63.84bcd	1.07abc	5.00cd	28.98a	5.33d

میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارند.

Means with same letters show non-significant difference at p<0.05 based on Duncan's multiple range test.

در ایـن آزمـایش TA همبسـتگی منفـی معنـی‌داری (p <۰/۰۱ ،r=-۰/۸۱۹) با شاخص بلوغ فیزیولوژیکی میوه داشت. کمترین مقـدار شاخص بلوغ فیزیولوژیکی یا شاخص طعـم (۱۰/۰۵) در رقـم والنسـیا مراکشی مشاهده شد کـه تفـاوت آمـاری معنـی‌داری بـا رقـم محلـی نداشت (جدول ۴) و از لحاظ ظاهری نیز شکست رنـگ در پوسـت آن صورت نگرفته بود (شکل ۳). درحالیکه بیشترین مقدار شـاخص بلـوغ فیزیولوژیکی (۳۴/۱۰) در رقم هاملین مشاهده گردید که تفاوت آماری معنی‌داری با سـایر ارقـام داشـت (جـدول ۴). از آنجـایی کـه حـداقل شاخص بلوغ فیزیولوژیکی در پرتقال‌هـای نـاول ۸ و در پرتقـال‌هـای غیرناول ۷ گزارش شده است (۱۴ و ۳۲) بنابراین ارقام مورد بررسی در این آزمایش همگی در مرحله بلوغ فیزیولوژیکی قرار داشتند. شـاخص تکنولوژی که از حاصلضرب TSS در درصد آب‌میوه حاصل می‌شود در ارقام مورد بررسی در دامنه ۲/۰۲-۴/۰۹ درصد وجود داشت، که نسبت به گزارش کاوالکانت و همکاران (۷) که مقدار شاخص تکنولوژی را در ارقام پرتقال ۱/۷۲-۱/۳۹ گزارش کرده بودند، ارقام مورد آزمایش ما از شاخص تکنولوژی خوبی که نشان دهنده میزان کیفیت بالای آبمیـوه است برخوردار بودند. رقم فراست ناول بیشترین شاخص تکنولـوژی را در بین ارقام مورد بررسی داشت هر چند که تفاوت معنی‌داری با سایر ارقام به جز تاراکو و ایتالیایی نداشت. مقدار pH آبمیوه در ارقام بررسی شده بین ۳/۴۶ تا ۴/۳۲ متغیر بود. به جز رقم‌های والنسـیا مراکشـی و محلی که دارای کمترین اسـیدیته کـل (pH) بودنـد، تفـاوت آمـاری معنی‌داری از نظر مقدار pH بین سـایر ارقـام پرتقـال وجـود نداشـت (جدول ۴). قاسمی و همکاران نیز مقدار pH در ارقام مختلف پرتقـال را بین ۳/۰۱ تا ۴/۱۷ گزارش نمودند (۲۲). بنابراین در مجمـوع همـه ارقام مورد بررسی در مرحله بلوغ فیزیولوژیکی قرار داشته و از شاخص طعم قابل قبولی برخوردار هستند و به دلیل شـاخص تکنولـوژی بـالا جهت آبگیری مناسب می‌باشند.

مقدار ویتامین ث: بر اساس نتایج شکل ۱ در بین ارقام پرتقـال مورد بررسی، میانگین مقدار ویتامین ث از ۵۶/۹۱ تـا ۱۰۹/۱۲ میلـی- گرم در صد میلی‌لیتر آبمیوه متغییر بـود. بیشـترین مقـدار ویتـامین ث متعلق به رقم موربلد و والنسیا مراکشی بود که از نظر آمـاری تفـاوت معنی‌داری با ارقام مارس ارلـی و فراسـت نـاول نداشـت و حـدود ۴۸ درصد ویتامین ث بیشتری نسبت به رقم تامسون ناول (که از کمترین مقدار ویتامین در بین ارقام مورد بررسی برخوردار بود) داشتند.

جدول ۳- تجزیه واریانس تاثیر رقم و بلوک بر برخی از ویژگی‌های بیوشیمیایی آبمیوه پرتقال

Table 3- ANOVA for the effect of cultivars and block on some biochemical properties of orange juice.

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی DF	کل مواد جامدمحلول TSS	اسیدیته قابل تیتراسیون TA	شاخص طعم TSS/TA	شاخص تکنولوژی Technology index	pH	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی Antioxidant capacity	ویتامین ث Vitamin C
رقم Cultivar	9	5.21**	0.107**	121.02**	1.19**	0.22**	419.14*	949.25**
بلوک Block	2	0.04^{ns}	0.00^{4ns}	2.75^{ns}	0.176^{ns}	0.06^{ns}	25.19^{ns}	129.16^{ns}
خطای آزمایشی Error	18	1.08	0.09	10.00	0.57	0.05	128.58	64.37
ضریب تغییرات C.V (%)	–	8.77	14.94	14.68	19.063	6.03	14	9.22

**: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و ns: عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

** and ^{ns} show significant and nonsignificant in P≤ 0.01% respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین برخی از ویژگی‌های بیوشیمیایی آبمیوه ده رقم پرتقال روی پایه نارنج

Table 4- Mean comparison of some biochemical properties in 10 orange cultivars on Sour orange rootstock

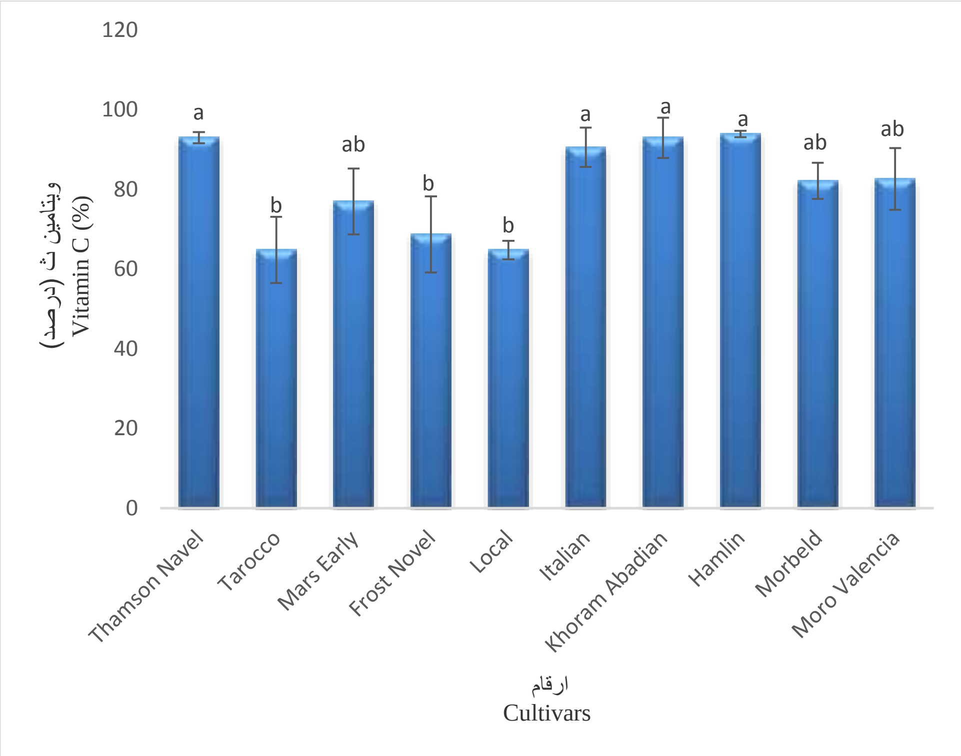
ارقام Cultivars	کل مواد جامد محلول TSS (Brix)	اسیدیته قابل تیتراسیون TA (%)	شاخص طعم TSS/TA	شاخص تکنولوژی Technology index	pH
تامسون ناول Thomson Navel	13.26a	0.69bc	19.04bcd	3.72ab	4.32a
تاراکو Tarocco	12.39ab	0.48cd	25.67b	2.02c	4.29a
مارس ارلی Mars Early	13.16a	0.59bcd	21.99bcd	2.84abc	4.03abc
فراست ناول Frost Novel	14.16a	0.59cbd	23.89bc	4.09a	4.17ab
محلی Local	11.56ab	0.80b	15.28de	3.36abc	3.66bc
ایتالیایی Italian	10.06b	0.43d	23.03bcd	2.30bc	4.02abc
خرم‌آبادی Khoram Abadian	11.93ab	0.62bcd	19.20bcd	2.67abc	4.26a
هاملین Hamlin	13.3a	0.39d	34.10a	2.87abc	4.03abc
موربلد Morbeld	13.23a	0.58bcd	23.08bcd	3.38abc	4.15ab
والنسیا مراکشی Moro Valencia	10.5b	1.04a	10.05e	3.05abc	3.46c

میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means with same letters show nonsignificant difference at $p<0.05$.

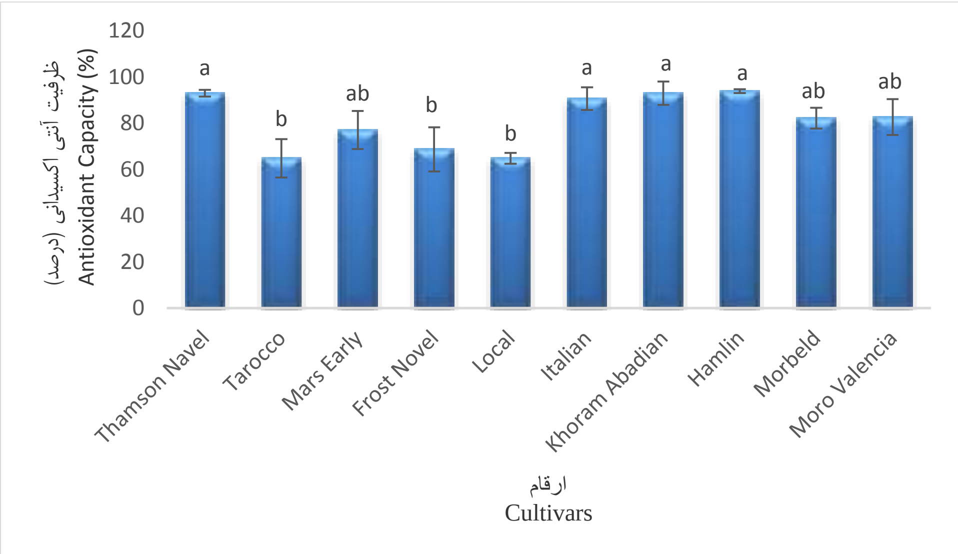
نتایج تحقیقاتی که در شمال کشور روی ارقام مختلف پرتقال انجام شده نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین مقدار ویتامین ث ارقام مختلف وجود داشت و بیشترین مقدار ویتامین ث را تا حدود ۶۶ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر گزارش کرده‌اند (۱۳ و ۲۴). قاسمی و همکاران نیز مقدار ویتامین ث ده رقم پرتقال در منطقه جنوب (هرمزگان) که در مرحله بلوغ فیزیولوژیکی برداشت شده بودند را بین ۵۶/۳ تا ۱۰۷/۳ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر گزارش نمودند (۲۲). از آنجایی که نیاز روزانه یک فرد بالغ به ویتامین ث ۴۵ تا ۸۰ میلی‌گرم در روز می‌باشد. بنابراین همه ارقام مورد ارزیابی از مقدار ویتامین ث قابل قبولی برخوردار بودند به طوری که مصرف ۱۰۰ میلی‌لیتر آبمیوه از هر یک از ارقام می‌تواند نیاز روزانه به ویتامین ث را برطرف سازد و در این بین ارقام موربلد، والنسیا مراکشی، فراست ناول و مارس ارلی از نظر مقدار ویتامین ث مناسب‌تر می‌باشند.

میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی: همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود فعالیت آنتی‌اکسیدانی آبمیوه ارقام مورد بررسی، از ۶۴/۷۹ تا ۹۳/۹۰ درصد متغییر بود. بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی متعلق به رقم هاملین بود که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با سایر ارقام به جز محلی، تاراکو و فراست ناول نداشت. همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی همبستگی مثبت معنی‌داری (r=۰/۶۳۰، p <۰/۰۱) با ویتامین ث داشت. پروتگنت نیز ارتباط معنی‌دار بین خاصیت آنتی‌اکسیدانی و مقدار ویتامین ث را در پرتقال گزارش نموده است (۳۳) و طبق مطالعه اینگا و مالکا با وجود مقدار زیاد ترکیبات زیست فعال فنلی، ۸۷ درصد خاصیت آنتی‌اکسیدانی پرتقال به دلیل وجود ویتامین ث در این میوه می‌باشد (۷). بنابراین همه ارقام مورد بررسی از کیفیت بالای آبمیوه از لحاظ ارزش غذایی به دلیل فعالیت آنتی اکسیدانی بالا (<۶۴ درصد) برخوردار بودند و در بین آنها ارقام هاملین، محلی، تاراکو و فراست ناول از ارزش غذایی بالاتری برخوردار بودند.



شکل ۱- مقدار ویتامین ث آبمیوه در ارقام مختلف پرتقال پیوند شده روی پایه نارنج

Figure 1- The content of vitamin C in different orange cultivar juice grafted on Sour orange rootstock (DMRT, *p≤0.05*).



شکل ۲- فعالیت آنتی‌اکسیدانی آبمیوه در ارقام مختلف پرتقال پیوند دشه روی پایه نارنج

Figure 2- The juice antioxidant activity in different orange cultivars grafted on Sour orange rootstock (DMRT, *p≤0.05*)

بررسی رنگیزه‌های کلروفیلی و کاروتنوئیدی در آبمیوه

بین مقدار کلروفیل کل و کاروتنوئید موجود در آبمیوه رابطه مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با ضریب ۰/۹۱۹ وجود داشت. کمترین مقدار کلروفیل a، b و کلروفیل کل در رقم والنسیا مراکشی مشاهده گردید (جدول ۵) که از نظر مقدار کاروتنوئید نیز در پائین‌ترین گروه آماری قرار داشت به علاوه پوست میوه در این رقم سبزتر از سایر ارقام بود (شکل ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد

که بین مقدار کلروفیل a و b آبمیوه همبستگی مثبت و معنی‌داری با ضریب ۰/۹۸۸ وجود داشته و مقدار کلروفیل b آبمیوه در ارقام مورد بررسی بیشتر از کلروفیل a و حدودا ۰/۶ برابر آن بود (جدول ۶). در بین ارقام مورد بررسی مقدار کاروتنوئید آبمیوه از ۰/۰۴۶ تا ۰/۳۴۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر متغیر بود و بیشترین مقدار آن متعلق به رقم خرم‌آبادی بود که به ترتیب ۷۹ و ۸۶ درصد کاروتنوئید آبمیوه بیشتری نسبت به ارقام والنسیا مراکشی و موربلد داشت. رقم خرم‌آبادی از نظر مقدارکاروتنوئید پوست نیز در بالاترین گروه آماری قرار داشت. سیدی و افشاری‌پور (۱۳۹۹) نشان دادند کاروتنوئید آبمیوه نارنگی همبستگی مثبت معنی‌داری با کلروفیل a، b و کل داشت. همچنین این محققان بیان کردند که ارقام مختلف نارنگی اختلاف معنی‌داری از نظر رنگیزه‌های کلروفیلی و کاروتنوئیدی آبمیوه با یکدیگر داشتند و این اختلاف بین دو رقم وکیوا و هانی تا ۶۳ درصد گزارش شد (۳۸).

جدول ۵- تجزیه واریانس تاثیر رقم و بلوک بر رنگیزه‌های کلروفیلی و کاروتنوئیدی آبمیوه پرتقال

Table 5- Variance analysis, the effect of cultivars and block on chlorophyll and carotenoid pigments in orange juice

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی DF	کلروفیل a Chl a	کلروفیل b Chl b	کلروفیل a/b Chl a/b	کلروفیل کل Chl t	کاروتنوئید Caro	کلروفیل/ کاروتنوئید Chl/Caro	کاروتنوئید پوست/ آبمیوه Caro Peel /juice	کلروفیل پوست/آبمیوه Chl Peel / Juice
رقم Cultivar	2	0.44**	1.06**	0.001**	2.88**	0.024**	17.89**	3.95**	885.99**
بلوک Block	9	0.047^{ns}	0.060^{ns}	0.019^{ns}	0.207^{ns}	0.006^{ns}	1.705^{ns}	0.007^{ns}	4.86^{ns}
خطای آزمایشی Error	18	0.01	0.182	0.008	0.036	0.182	0.722	0.038	3.93
ضریب تغییرات C.V	-	18.85	11.97	14.61	13.80	11.97	12.24	11.42	24.98

**: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و ns: عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

** and ^{ns} show significant and nonsignificant in P≤ 0.01% respectively.

جدول ۶- مقایسه میانگین رنگیزه‌های کلروفیلی و کاروتنوئیدی آبمیوه ده رقم پرتقال

Table 6- Mean comparison of chlorophyll and carotenoid pigments in 10 orange juice cultivars

ارقام Cultivars	کلروفیل a Chl a ($mg.g^{-1}$ FW)	کلروفیل b Chl b ($mg.g^{-1}$ FW)	کلروفیل کل Chl t ($mg.g^{-1}$ FW)	کاروتنوئید Caro ($mg.g^{-1}$ FW)	کلروفیل/ کاروتنوئید Chl/Caro	کاروتنوئید پوست/ آبمیوه Caro Peel /juice
تامسون ناول Thomson Navel	0.660c	1.053c	1.713c	0.180bcd	9.516a	5.263c
تاراکو Tarocco	0.393de	0.573e	0.966de	0.150de	6.430b	9.140bc
مارس ارلی Mars Early	0.526cde	0.826cd	1.356cd	0.230bcd	5.943b	5.970c
فراست ناول Frost Novel	0.646cd	0.990c	1.636c	0.260b	6.270b	5.850c
محلی Local	0.453cde	0.963de	1.146de	0.163cd	7.086b	8.943bc
ایتالیایی Italian	0.313ef	0.473e	0.783e	0.146de	5.250b	15.360b
خرم‌آبادی Khoram Abadian	1.223a	2.036a	3.360a	0.346a	9.803a	6.807c
هاملین Hamlin	0.976b	1.513b	2.490b	0.246bc	10.286a	5.743c
موربلد Morbeld	0.110fg	0.163f	0.273f	0.046f	6.673b	32.987a
والنسیا مراکشی Moro Valencia	0.056g	0.096f	0.153f	0.073ef	2.143c	27.810a

میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means with same letters show no significant difference at p<0.05.

Chl: Chlorophyll, Caro: Carotenoid

بررسی رنگیزه‌های کلروفیلی و کاروتنوئیدی در پوست میوه

بیشترین مقدار کلروفیل a، b و کل، نسبت کلروفیل/کاروتنوئید و کلروفیل پوست/کلروفیل آبمیوه مربوط به رقم والنسیا مراکشی بود (جدول ۸). همانطور که در شکل ۳ نیز مشاهده می‌گردد رقم والنسیا مراکشی رنگ پوست میوه سبزتری نسبت به سایر ارقام دارد که با بلوغ خارجی میوه و همچنین بلوغ فیزیولوژیکی میوه (TSS/TA) همخوانی دارد که کمترین مقدار را در بین ارقام مورد بررسی داشتند (جدول ۴). بنابراین این رقم نسبت به سایر ارقام دیررس‌تر می‌باشد. بر طبق نتایج ایگلسیس و همکاران (۲۸) بلوغ خارجی میوه مرکبات به تبدیل کلروپلاست به کروموپلاست و تخریب تصاعدی کاروتنوئیدها بستگی دارد و در نهایت سبب تغییر رنگ پوست از سبز به نارنجی می‌شود. تغییر رنگ پوست میوه مرکبات در زمان بلوغ فیزیولوژیکی به دلیل کاهش میزان کلروفیل و افزایش غلظت کاروتنوئید اتفاق می‌افتد (۱۷). به طور کلی نتایج این داده‌ها نشان داد که در منطقه جیرفت اواسط آذرماه زمان خوبی برای برداشت پرتقال والنسیای مراکشی نمی‌باشد و این رقم بایستی مدت زمان بیشتری را نسبت به سایر ارقام مورد بررسی جهت شکست رنگیزه‌های کلروفیل و افزایش بلوغ خارجی بر روی درخت سپری کند. طبق نتایج (جدول ۹) بیشترین مقدار کاروتنوئید پوست در رقم‌های ایتالیایی و خرم‌آبادی مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری با سایر ارقام داشتند. شکست رنگ در میوه مرکبات و ظهور رنگیزه‌های کاروتنوئیدی از نشانه‌های بلوغ خارجی در مرکبات است بنابراین این دو رقم از نظر بلوغ خارجی زودرس‌تر از سایر ارقام می‌باشند. بین مقدار کلروفیل a و b موجود در پوست میوه همبستگی مثبت معنی‌داری با ضریب ۰/۸۶۶ مشاهده شد (جدول ۹). بین مقدار کاروتنوئید موجود در پوست میوه با کلروفیل a، b و کل نیز همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد و ضریب همبستگی بین کاروتنوئید و کلروفیل کل در پوست میوه ۰/۹۶۵ بود. مقدار کاروتنوئید پوست از ۵/۲۶ تا ۳۲/۹۹ برابر کاروتنوئید آبمیوه متغیر بود و بیشترین مقدار آن در رقم موربلد مشاهده گردید که دلیل آن پایین بودن مقدار کاروتنوئید آبمیوه در این رقم می‌باشد. هاروویتز و جنتیلی نیز گزارش کردند که مقدار رنگیزه‌-های کاروتنوئیدی در بخش آلبدو و فلاودو پوست میوه بیشتر از آب میوه است (۲۶). با اینکه رقم والنسیای مراکشی از کمترین مقدار کاروتنوئید آبمیوه برخوردار بود و بلوغ خارجی کمتری به دلیل مقدار کلروفیل بیشتر و رنگ پوست سبزتری نسبت به سایر ارقام داشت از نظر مقدار کاروتنوئید پوست اختلاف معنی‌دار آماری با سایر ارقام به جز رقم تامسون ناول نداشت که نشان دهنده وجود رنگیزه‌های کاروتنوئیدی بالا در این رقم است که به صورت مغلوب نسبت به رنگیزه‌های کلروفیلی قرار دارند و در صورت زوال کلروفیل ظاهر خواهند شد. نتایج این آزمایش با نتایج فتاحی مقدم و همکاران همخوانی دارد که در ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی پوست برخی ارقام تجاری مرکبات بیان کردند غلظت کاروتنوئید در دامنه‌ی ۰/۸۴-۰/۱۲ و کلروفیل در دامنه ۳/۵-۰/۸۷ میلی‌گرم در گرم متغییر بود (۱۵). کاروتنوئید و کلروفیل و اغلب ترکیبات رنگدانه‌ای از اهمیت زیادی برخوردار هستند و عامل افزایش مقاومت سلول‌ها در برابر پیری از طریق خنثی سازی رادیکال‌های اکسیژن می‌باشند (۲۲).

جدول ۷- تجزیه واریانس تاثیر رقم و بلوک بر رنگیزه‌های کلروفیلی و کاروتنوئیدی پوست میوه پرتقال

Table 7- Variance analysis of the effect of cultivars and block on chlorophyll and carotenoid pigments in orange fruit peel

منابع تغییرات Source	درجه آزادی DF	کلروفیلa Chl a	کلروفیلb Chl b	کلروفیل a/b Chl a/b	کلروفیل کل Chl t	کاروتنوئید Caro	کلروفیل/ کاروتنوئید Chl/Caro
رقم Cultivar	2	12.74**	1.32**	2.09**	21.33**	0.47**	3.95**
بلوک Block	9	0.207ns	0.002ns	0.044ns	0.172ns	0.014ns	0.007ns
خطای آزمایشیError	18	0.11	0.017	0.063	0.149	0.020	0.038
ضریب تغییرات C.V (%)	-	18.63	11.51	18.39	12.925	9.11	11.42

**: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و ns: عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

** and ns show significant and nonsignificant in P≤ 0.01% respectively.

جدول ۸- مقایسه میانگین رنگیزه‌های کلروفیلی و کاروتنوئیدی پوست میوه ده رقم پرتقال روی پایه نارنج

Table 8- Mean comparison of chlorophyll and carotenoid pigments of fruit peel in 10 orange cultivars on Sour orange rootstock

ارقام Cultivars	کلروفیل a Chl a (mg.g^{-1} FW)	کلروفیل b Chl b (mg.g^{-1} FW)	کلروفیل کل Chl t (mg.g^{-1} FW)	کلروفیل a/b Chl	کاروتنوئید Caro (mg.g^{-1} FW)	کلروفیل/ کاروتنوئید Chl/Caro	کلروفیل پوست/کلروفیل آبمیوه Chl peel/ juice
Thomson Navel تامسون ناول	0.350c	0.450f	0.800e	0.770c	0.936d	0.850e	0.477c
Tarocco تاراکو	0.990c	0.470f	1.460de	2.160b	1.313c	1.113de	1.550c
Mars Early مارس ارلی	0.596c	0.913cd	1.510de	0.633c	1.336c	1.120de	1.113c
Frost Novel فراست ناول	0.720c	0.616ef	1.336de	1.210c	1.516c	0.880e	0.827c
Local محلی	0.570c	0.766def	1.336de	0.750c	1.413c	0.956de	1.196c
Italian ایتالیایی	5.356a	1.810b	7.166b	2.966a	2.286a	3.143d	9.220b
Khoram Abadian خرم‌آبادی	2.213b	1.756b	3.970c	1.260c	1.963a	2.026c	1.190c
Hamlin هاملین	0.950c	1.206c	2.156d	0.803c	1.546c	1.416d	0.890c
Morbeld موربلد	0.773c	1.066cd	1.840d	0.733c	1.290c	1.423d	6.837b
Moro Valencia والنسیا مراکشی	5.893a	2.463a	8.356a	2.403ab	1.930b	4.326a	56.113a

میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means with same letters show nonsignificant difference at $p<0.05$.
Chl: Chlorophyll, Chl T: Chlorophyll total and Caro: Carotenoid

جدول ۹- ضریب همبستگی بین شاخص طعم و کلروفیل و کاروتنوئید پوست میوه ارقام مختلف پرتقال

Table 9- Correlation coefficient of chlorophyll and carotenoid pigments of peel in different orange cultivars

رنگیزه‌های کلروفیلی و کاروتنوئیدی Chlorophyll and carotenoid pigments	کلروفیل a Chl a	کلروفیل b Chl b	کلروفیل a/b Chl a/b	کلروفیل کل Chl t	کاروتنوئید Caro	کلروفیل/ کاروتنوئید Chl/Caro
کلروفیل A Chl a	1					
کلروفیل b Chl b	0.866**	1				
کلروفیل a/b Chl a/b	0.829**	0.506**	1			
کلروفیل کل Chl t	0.992**	0.922**	0.769**	1		
کاروتنوئید Caro	0.807**	0.789**	0.678**	0.823**	1	
کلروفیل/ کاروتنوئید Chl/Caro	0.965**	0.931**	0.712**	0.982**	0.723**	1

**: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و ns: عدم معنی‌داری

** and ^{ns} : Significant at 1%of probability level, and non-significant, respectively.
Chl: Chlorophyll, Chl t: Chlorophyll total, and Caro: Carotenoid



شکل ۳- در ردیف بالا از راست به چپ به ترتیب تصاویر متعلق به ارقام تامسون ناول، تاراکو، مارس ارلی، فراست ناول و محلی و در ردیف پائین از راست به چپ به ترتیب تصاویر متعلق به ارقام ایتالیایی، خرم آبادی، هاملین، موربلد و والنسیا مراکشی می‌باشند.

Figure 3- In the top row the image from left to right, belong to Local, Frost Novel, Mars Early, Tarocco and Thomson Navel cultivars and in the bottom row the image from left to right belong to Moro Valencia, Morbeld, Hamlin, Khorramabadi and Italian cultivars.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که ده رقم پرتقال مورد مطالعه از نظر ترکیبات بیوشیمیایی و ویژگی‌های ظاهری میوه اختلاف معنی‌داری با هم داشتند. ارقام تامسون ناول، فراست ناول و ایتالیایی به دلیل داشتن میوه‌های درشت‌تر، با ظاهر جذاب‌تر و تعداد بذر کمتر جهت مصارف تازه‌خوری و رومیزی مناسب‌تر بودند. همه ارقام مورد بررسی در مرحله بلوغ فیزیولوژیکی قرار داشتند و به دلیل شاخص تکنولوژی بالا جهت آبگیری مناسب بودند و به دلیل ویتامین ث و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالا نیز از ارزش غذایی بالایی برخوردار بودند. در بین آنها ارقام موربلد، والنسیا مراکشی، فراست ناول و مارس ارلی به دلیل ویتامین ث بیشتر و ارقام هاملین، محلی، تاراکو و فراست ناول به دلیل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر از ارزش غذایی بیشتری داشتند. رقم خرم‌آبادی به دلیل داشتن رنگیزه‌های کاروتنوئیدی بالاتر در آبمیوه و پوست علاوه بر ارزش غذایی بیشتر از نظر رنگ نیز برای مصرف کننده جذاب خواهد بود. در مجموع هر چند بیشتر ارقام مورد بررسی از ارزش تازه خوری و ارزش تغذیه‌آی بالایی برخوردار بودند اما در بین آنها رقم فراست ناول با توجه به اینکه از نظر مقدار ویتامین ث، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، شاخص تکنولوژی و ویژگی‌های ظاهری در گروه‌های آماری بالاتر و از نظر تعداد بذر در گروه آماری پایین‌تر قرار داشت به عنوان بهترین رقم انتخاب شد.

سپاسگزاری

نویسندگان از همکاری مدیریت مرکز تحقیقات شهید مقبلی جیرفت و کهنوج جهت در اختیار قرار دادن میوه ارقام مورد آزمایش کمال قدردانی را دارند.

منابع

1. Abouzari A., and Mahdi Nezhad N. 2016. The investigation of citrus fruit quality. Popular charachteristic and breeding. Acta Universitatis Agriculture et Silviculture Medeliane Brunensis 64(3): 725-740.
2. Aguilar-Hernández M.G., Núñez-Gómez D., Forner-Giner M.Á., Hernández F., Pastor-Pérez J.J., and Legua P. 2020. Quality Parameters of Spanish Lemons with Commercial Interest. Foods 2021 10(1): 62.
3. Agusti M., Almeda V., Juan M., Mesejo C., and Martinez-Fuentes A. 2003. Rootstock influence on the incidence of rind breakdown in Navelate sweet orange. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 78(4): 554-558.
4. Al Hosni A., Mostafa S., Al-Busaidi K., and Al-Jabri M. 2011. Effects of different citrus rootstocks on growth, yield, quality and granulation of 'Hamlin' orange in Oman. Acta Horticulture 903: 563-568.

5. Ayazpour K., Aboutalebi A., and Pakniyyat M. 2009. Evaluation of the resistance of some citrus rootstocks to the citrus nematode, Tylenchulus semipenetrans, in Fars province. Plant Protection Journal 1(3): 289-297.
6. Cano A., Medina A., and Bermejo A. 2008. Bioactive compounds in different citrus varieties. Discrimination among cultivars. Journal of Food Composition and Analysis 21: 377-381.
7. Cavalcante H.L., Martins A.B.G., Stuchi E.S., and Campos M.C.C. 2009. Fruit maturation as a parameter for selection of sweet orange cultivars in Brazil. Journal of Food Agriculture & Environment 7(3&4): 316-319.
8. Czech A., Zarycka E., Yanovych D., Zasadna Z., Grzegorczyk I., and Kłys S. 2020. Mineral content of the pulp and peel of various citrus fruit cultivars. Biological Trace Element Research 193(2): 555-563.
9. Dadvar A., Khodastehpour A.M., and Sadrnia H. 2010. Determination and Comparison of Physical Properties of Two Orange Cultivars in the North of Iran, 6th Congress of Agricultural Machinery and Mechanization 1-5. (In Persian)
10. Dhuique-Mayer C., Caris-Veyrat C., Ollitrault P., Curk F., and Amiot M.J. 2005. Varietal and interspecific influence on micronutrient contents in citrus from the Mediterranean area. Journal of Agriculture Food and Chemistry 53: 2140-2145.
11. Ebrahimzadeh M.A., Hosseinimehr S.J., and Gayekhloo M.R. 2004. Measuring and comparison of vitamin C content in citrus fruits: introduction of native variety. Indian Journal of chemistry 9(1): 650-652.
12. Fatin Najwa R., and Azrina A. 2017. Comparison of vitamin C content in citrus fruits by titration and high-performance liquid chromatography (HPLC) methods. International Food Research Journal 24(2): 726-733.
13. Fattahi Moghadam J. 2011. Optimizing the antioxidant capacity and the fruit quality of different citrus cultivars. Doctoral dissertate (Ph.D) Thesis In the field of horticultural-fruit science (Physiology and Correction) University of Guilan. (In Persian)
14. Fattahi Moghadam J., and Faghih Nasiri M. 2005. Guidelines for harvesting, storage, grading and packing of citrus. Agricultural Extension Services of Jihad- Agricultural Organization of Mazandaran Press, Sari, Mazandaran. (In Persian)
15. Fattahi Moghadam J., Hamidoghli Y., Fotouhi R., Ghasemnejad M., and Bakhshi D. 2011. Evaluation of physicochemical properties and antioxidant activity of the peel of different commercial citrus species. Journal of Horticulture Science (Agricultural Sciences and Technology) 25(2): 211-217. (In Persian)
16. Fatahi Moghadam J., Seyedghasemi S.E., and Madani S. 2017. The effect of five rootstocks on physical, mechanical and chemical characteristic of Yashar fruits- a new Mandrin- during ripening stages. Journal of Plant Production 24(2): 109-123. (In Persian)
17. Fatahi Moghadam J., Seyed Ghasemi S.E., and Najafi K. 2018. Evaluation of Fruit Physico-Chemical Characteristics of New Mandarins Noushin (*Citrus reticulata* cv. Noushin) and Shahin (*Citrus reticulata* cv. Shahin) During Different Harvesting Times. The Plant Production (Scientific Journal of Agriculture) 40(4): 76-90. (In Persian)
18. Fenoll J., and Martinez A. 2010. Simultaneous determination of ascorbic and dehydroascorbic acids in vegetables and fruits by liquid chromatography with Tandem-Mass Spectrophotometry. Food Chemistry 127(1): 340-344.
19. Fotouhi Ghazvini R., and Fattahi Moghadam J. 2010. Citrus cultivation in Iran. Guilan: Guilan University Press Third edition P305.
20. Fotouhi GhazviniR., and Fattahi Moghadam J. 2016. Book citrus cultivation in Iran (Citrus- Iran- Citrus). Rasht University of Guilan Fourth edition.
21. Gama J.J.T., and Sylos C.M. 2005. Major carotenoid composition of Brazilian Valencia orange juice: Identification and quantification by HPLC. Food Research International 38: 899–903.
22. Ghasemi Sh., Ghasemi M., and Moradi N. 2017. Comparison of some biochemical traits of ten sweet orange (*Citrus sinensis*) cultivars grown in Hormozgan province. Journal of Medical and Biological Science Research 1(1): 1-3.
23. Giovannoni J.J. 2007. Fruit ripening mutants yield insights into ripening control Current. Opinion in Plant Biology 10(3): 283-289.
24. Jenks M.A., and Bebeli P.J. 2011. Breeding for Fruit Quality. Transgenic Research 24: 979–989.
25. Hamedani M., Moradi H., and Ghanbari A. 2014. Effect of temperature and storage period on biochemical changes and postharvest quality of Moro blood orange fruit (*Citrus sinensis* cv. Moro). Journal of Horticultural Science 28(2): 252-259. (In Persian)
26. Horowitz R.M., and Gentili B. 1977. Flavonoids constituent of citrus. In: Nagy, S. Shaw, P. E. and Velduis, M. K. (eds.). Citrus Science and Technology Westport, CO, USA: AV1 Publ Comp Inc I: 397–426.
27. Iglesias D.J., Cercós M., Colmenero-Flores J.M., Naranjo M.A., Ríos G., Carrera E., Ruiz-Rivero O., Lliso I., Morillon R., Tadeo F.R., and Talon M. 2007. Physiology of citrus fruiting. Brazilian Journal of Plant Physiology 19(4): 333-362.
28. Inga K., and Malecka M. 2006. Effect of storage on the content of polyphenol, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. Journal of Food Composition and Analysis 20: 313-322.
29. Kefford J.F., Chandler B.V. 1970. The Chemical Constituents of Citrus Fruits 246pp. refbibl 43.

30. Kolo S.I., Balogu D.O., Ikegwu T.M., Balogu V.T., and Babatunde J. 2016. Development and production of nutritious snacks (cookies) with potato and orange peels. Journal of Foods Natural and Life Sciences.
31. Ladaniya M.S. 2008. Citrus fruit (Biology, Technology and Evaluation). Academic Press an imprint of Elsevier, New York Pp 126-176.
32. Lichtenthaler H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology 148: 350-382.
33. Mahdavi Reykandeh J., Akhlaghi Amiri N., and Asadi Kangarshahi A. 2016. Investigation of start of Fruit color breaking, physiological and commercial maturity of Thomson navel orange and Miyagawa and Sugiyama Satsuma mandarins in foothills, plain and shoreline of Sari city9th Iranian Congress of Horticultural Sciences.
34. Parameshwar P., Joshi P.S., and Nagre P.K. 2018. Effect of Rootstock on Plant Growth and Fruit Quality of Sweet Orange (*Citrus sinensis* var. Valencia late). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 7(4): 1685-1689.
35. Proteggente AR. 2003. The compositional characterization and antioxidant activity of fresh juices from sicilian sweet orange varieties. Free Radical Research 37(6): 681-687.
36. Purmir S.Y., Sadeghi Mahonk A.R., Fatahi Moghadam J., and Alami M. 2015. Comparison of physicochemical characteristics and bioactive components of four citrus fruit varieties - their evaluation for juice and concentrate production. Food Technology and Nutrition 12(1): 21-32. (In Persian)
37. Seyedi A., and Afsharipour S. 2019. Evaluation of some morphological, biochemical and antioxidant properties of some mandarin cultivars. Fruit Research 4(2): 1-16.
38. Sikarwar P.S., and Tomar K.S. 2018. Nutrient management study in sweet orange (*Citrus sinensis* L.) cv. mosambi. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 7(2): 2217-2219.
39. Siriporn O., Chadarat D., Songoyot A., Suganya T., and Sombat C. 2007. Comparison of antioxidant capacity and cytotoxicity of cartain fruit peels. Food Chemistery 103(3): 839-884. Whitney E., and Rolfes S. R. 2008. Understanding Nutrition. 11thedn. USA: Thomas Wadsworth.
40. Teucher B., Manuel O., and Hector C. 2004. Enhancers of iron absorprtion: ascorbic acid and other organic acids. International Journal for vitamin and Nutrition Research 74(6): 403-419.
41. Teixeira F., Aparecida B., Nunes G., Machado Soares J., Aparecida do Amaral L., Henrique Oliveira de Souza G., Tadeu Vilela de Resende J., Menegassi B., Murino Rafacho B.P., Schwarz K., Freitas dos Santos E., and Novello D. 2020. Addition of orange peel in orange jam: Evaluation of sensory, physicochemical, and nutritional characteristics. Molecules 25: 1670-1684.
42. Toplu C., Kaplankiran M., Demirkeser T.H., and Yildiz E. 2008. The effects of citrus rootstocks on Valencia Late and Rhode Red Valencia oranges for some plant nutrient elements. African Journal of Biotechnology 7(24), 4441-4445.
43. United States Department of Agriculture [USDA]. (2020, January). Unfavorable weather leads to smaller citrus crops in Brazil, Egypt, the EU and Morocco. Retrieved from https://www.freshplaza.com/article/9183460/unfavourable-weather-leads-to-smaller-citrus-crops-in-brazilegypt-the-eu-and-morocco/
44. Xu G., Liu D., Chen J., Yea X., Ma Y., and Shi J. 2008. Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China. *Food Chemistry* 106: 545–551.
45. Yerou K.O., Ibri K., Djilali B., and Ahmed H. 2017. The use of orange (*Citrus sinensis*) peel as antimicrobial and anti-oxidant agents. Journal of Fundamental and Applied Sciences 9(3): 1351.

Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.4, Winter 2022, P. 507-520
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص. ۵۲۰-۵۰۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Evaluation of Pomological Characteristics and Fruit Quality of Ten Orange (*Citrus sinensis)* Cultivars on Sour Orange (*Citrus aurantium*) Rootstock

A. Seyedi[1*]- Z. Firoozbakht[2]- M. Ahmadzadeh[3]
Received: 24-06-2020
Accepted: 15-05-2021

Introduction: Oranges are the second most widely consumed fruit in the world after apples. The quality of citrus fruits depends not only on the appearance of the fruit size, shape, color and absence of disease and any surface damage, but also on the flavor, richness of food, vitamins, seedlessness and fruit aroma. The present study investigated the fruit qualitative differences between the ten orange varieties (Thomson Navel, Tarocco, Mars Early, Frost Novel, Local, Italian, Khorram Abadian, Hamlin, Morbeld and Moro Valencia) that grafted on sour orange rootstock, in the Jiroft region. The aim of this study was introducing the fruit qualitative characteristics and nutritional value of ten orange cultivars on the sour orange rootstock in climate conditions of Jiroft region, for fresh uses and processing. Also, determine the capabilities of each cultivar in antioxidant content and antioxidant capacity to introduce the properties of these cultivars to researchers in the food and pharmaceutical industries.

Materials and Methods: Fruit weight was determined by digital scales. The volume of the fruit was obtained by moving the water. The 0.1 mm caliber device was used to measure skin thickness, length and fruit diameter. To measure the thickness of the fruit skin, a cut was first separated from the middle part of the fruit and its thickness was recorded in mm. The total number of hollow and healthy seeds was counted and was recorded as seed number. The juice percentage was calculated by calculating the percentage of juice mass to fruit mass. A manual refractometer was used to measure the total soluble solids, and thesodium hydroxide titration method was used to measure the titration acidity. The flavor index or maturity index was obtained from the TSS/TA ratio and technology index was calculated by multiplying the percentage of TSS in the percentage of juice. Vitamin C measured by the iodometric method. The antioxidant activity of juice was determined based on the DPPH method. Carotenoid and chlorophyll pigments in juices and skins, were calculated using the Liechtensteiner pigmentation method. The experiment was done as a randomized complete block design in three replications. Statistical analysis of the data was performed using SAS software and means were compared using Duncan's multiple range test at 5% of probability level.

Result and Discussion: The results showed that Thomson Novell, Frost Novell and Italian cultivars had the highest freshness quality in terms of appearance characteristics (fruit weight, volume, and length, number of seeds, and fruit shape index) among the ten cultivars evaluated. All cultivars were in the physiological maturity stage and were suitable for the juice industry due to their high technology index. The range of vitamin C varied 57 - 109 mg per 100 ml juice and the range of antioxidant capacity varied 65 - 94%. Morbeld, Valencia Morocco, Frost Novell and Mars Early cultivars had higher nutritional value due to higher vitamin C, and Hamlin, local, Tarocco and Frost Navel had higher antioxidant capacity. Khorramabadian cultivar had higher carotenoid pigments in juice and skin.

Conclusion: Therefore, most of the studied cultivars had high freshness and nutritional value, but among them, Frost Novell cultivar, considering the amount of vitamin C, antioxidant capacity, technology index and appearance characteristics in the higher statistically groups and was in the lower statistical group in terms of number of seeds, therefore was selected as the best cultivar.

Keywords: Antioxidant activity, Carotenoid, Physiological index, Titrable acidity, Vitamin C

---

1 and 2- Assistant Professor and Graduated B.Sc Horticultural Engineering, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: A.seiedi@ujiroft.ac.ir)
3- Graduated M.Sc Agroecology, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran
DOI: 10.22067/JHS.2021.61874.0